

ハイブリッド・ブラッグ共鳴器の周波数特性の実験的研究

金沢大学・理工研究域・数物科学系 鎌田啓一

1. はじめに

本研究では、周波数選択性に関して、通常のブラッグ共鳴器とハイブリッド・ブラッグ共鳴器の周波数特性の比較を行い、後者の優位性を検証する。

大強度電子ビームを用いた自由電子メーザー（FEM）では、ビーム電子の強い自己電場によりビームエネルギー巾を狭くできず、その結果、発振電磁波周波数も狭帯域化が難しい。そこで、光レーザーにおける鏡の様に発振部の片端または両端にブラッグミラーを用いてフィードバックをかけ発生周波数を選択制御し狭帯域化している。しかしこの方法では、高周波化に伴い周波数モード選択性が失われていく。これに対し新たに提案されたハイブリッド・ブラッグ共鳴器方式では、ビーム・電磁波相互作用領域をはさみ、上流側にアドバンスト・ブラッグミラー、下流にノーマル・ブラッグミラーを用いる。アドバンスト・ブラッグミラーは中心部に対して両端の半径を狭め、共鳴器内には遮断周波数に近い波が捕捉される構造が特徴である。ハイブリッド共鳴器内では、アドバンスト・ブラッグミラーによる遮断周波数に近い周波数の安定した波と、ビームからの発生電磁波の中でこの周波数を持つモードが相互作用し選択的に成長する事が期待でき、より高度な周波数選択性、即ち狭帯域化の実現が予想される。

2. 実験方法

ブラッグミラー及びアドバンスト・ブラッグミラーを設計製作し、各ミラーの周波数特性をネットワークアナライザ等で測定した後、ブラッグ共鳴器、及びハイブリッド・ブラッグ共鳴器を組み立て、同様に周波数測定を行い、周波数選択性の違いを検証する。

同様の測定を、設計周波数の異なるミラーを用いて行い、周波数の増加と特性の検討を行う。

これらの結果を元に、ミラー及び共鳴器の許容製作誤差や最適形状を試行研究する。

3. 結果と考察

今年度は、40GHz に対応したブラッグミラー及びアドバンスト・ブラッグミラーの設計製作を行った。実験は主に併用するホーン等のマイクロ波部品の特性をネットワークアナライザを用いて確認し、実験装置の組み立てと運転に関する知見と妥当性に関するデータを収集した。その結果、基本的な装置の配置が妥当である事を確認した。

更に、二つのブラッグミラー単体の周波数特性を測定した。その結果は、理論的計算結果、シミュレーション結果とも定性的にほぼ一致し、アドバンスト・ブラッグミラーの狭帯域化を示唆する初期データを得た。

4. まとめ

ネットワークアナライザを用いて、ブラッグミラー単体の周波数特性が実験的に確認できた。ブラッグ共鳴器に関しては、マイクロ波の入射方法を今後検討する必要がある、更に実験を続けて行く必要がある。